
ENSEIGNER LES SCIENCES DÈS L'ÉCOLE MATERNELLE À L'AIDE D'UN MODÈLE PRÉCURSEUR. LES CAS DE LA LUMIÈRE ET DES OMBRES

Jean-Marie BOILEVIN et Alain JAMEAU¹

Université de Brest, Université de Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France

Alice DELSERIEYS et Corinne JEGOU²

Aix-Marseille Université, UR 4671 ADEF, Marseille, France

Maria KAMPEZA et Konstantinos RAVANIS³

Dpt of Educational Sciences & Early Childhood Education, University of Patras, Grèce

Résumé. Dans cet article, nous présentons deux exemples d'intervention didactique en maternelle issus de recherches en didactique des sciences autour du concept de modèle précurseur. Ces exemples visent la déstabilisation des représentations spontanées des élèves à propos de la formation des ombres et de la lumière.

Mots-clés. Didactique de la physique, représentations des élèves, école maternelle, ombre et lumière, modèle précurseur.

Introduction : L'enseignement des sciences à l'école maternelle

Dans les dernières décennies, l'idée que l'enseignement des sciences physiques et naturelles devrait débiter aussi tôt que possible a été soutenue par la communauté scientifique (Eshach & Fried, 2005). Cette initiation aux sciences est largement étudiée par la recherche en éducation tant du point de vue psychologique, épistémologique que didactique. Elle trouve d'ailleurs sa place dans les programmes scolaires de l'école maternelle dans une visée d'exploration du monde du vivant, des objets et de la matière entourant l'enfant (MEN, 2015).

Plusieurs recherches (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985 ; Ledrapier, 2010 ; Chanoine, 2018) montrent que les enfants peuvent approcher le monde empirique, les objets et les substances, formuler certaines représentations de la réalité, résoudre des problèmes et acquérir graduellement une compréhension des phénomènes physiques. Partant de l'hypothèse que chaque individu, dans une situation donnée, mobilise des systèmes explicatifs personnels, on remarque souvent que les représentations mentales des enfants peuvent s'ériger en obstacle à l'appropriation du savoir scientifique (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994). Les représentations, produit de l'histoire individuelle, collective et sociale de l'enfant, se trouvent en interaction continue avec le milieu socioculturel et éducatif. De ce fait, elles présentent un caractère

¹ jean-marie.boilevin@inspe-bretagne.fr

² alice.delsérieys@univ-amu.fr

³ kampeza@upatras.gr

dynamique et évolutif. L'enseignement des sciences à l'école devrait donc accompagner les enfants pour les aider à passer progressivement de représentations spontanées des phénomènes et des concepts à des conceptions et des formes mentales explicatives, partagées par une communauté permettant d'acquérir, à terme, des savoirs scientifiques. C'est l'objet de travaux en didactique des sciences qui cherchent à construire et à mettre en œuvre, avec des enseignants, des interventions pédagogiques conçues selon cet objectif.

Un courant de recherche qui prend en compte les représentations spontanées des enfants repose sur un processus progressif au cours duquel ces représentations sont constamment déstabilisées, enrichies et restructurées. Suivant cette direction, Lemeignan et Weil-Barais (1993) ont proposé le concept de modèle précurseur pour travailler en classe le progrès cognitif des jeunes enfants.

Le qualificatif précurseur associé au mot modèle signifie qu'il s'agit de modèles préparant l'élaboration d'autres modèles. En conséquence, les modèles précurseurs comportent un certain nombre d'éléments caractéristiques des modèles savants vers lesquels ils tendent (Lemeignan & Weil-Barais, 1993, p. 26).

Le modèle précurseur est vu comme un intermédiaire entre le modèle scientifique et les représentations spontanées des enfants. Il propose ainsi une réorganisation et/ou une transposition des modèles scientifiques pour faire appel à des idées connues et familières de l'enfant. Ce cadre semble pertinent dans le contexte de l'école maternelle (Ravanis, 2010). En effet, il permet à de jeunes enfants de construire un ensemble organisé de connaissances qui a du sens par rapport au réel qu'ils sont en mesure d'appréhender et qui, en même temps, est compatible avec les savoirs scientifiques.

Construire un modèle précurseur suppose une analyse de l'écart entre ce que pensent les élèves d'un âge donné et le savoir savant, analyse qui nécessite une méthodologie appropriée. En particulier, une analyse épistémologique s'avère nécessaire pour repérer l'obstacle principal qui servira de base au modèle. Si l'on part d'une conception développementale des apprentissages, on peut s'appuyer sur un premier modèle précurseur et l'enrichir suivant l'âge des élèves d'un point de vue phénoménologique ou épistémologique.

Nous présentons, dans la suite de cet article, deux exemples d'activités qui visent à la construction de modèles précurseurs de la lumière (annexe) abordant, d'une part, la lumière comme entité autonome (scénario 1) et, d'autre part, le phénomène de formation des ombres (scénario 2). Après une présentation des difficultés d'élèves de 5-6 ans permettant de repérer des obstacles principaux, nous décrivons la structure des activités didactiques dont l'efficacité a été éprouvée dans des travaux de recherche brièvement décrits.

Deux exemples : la lumière comme entité distincte dans l'espace et le phénomène de formation des ombres chez des enfants de 5 à 6 ans

1. Présentation générale

Dans ce cadre conceptuel, nous avons mené une série de recherches, dans différents contextes scolaires, sur l'appropriation des éléments de ces modèles précurseurs par des élèves de l'école maternelle. Nous présentons ici deux exemples autour des concepts de « lumière et ombres ». Ces exemples viennent compléter d'autres propositions d'activités présentées dans la revue *Grand N* mais s'adressant à des élèves plus âgés (ex : Calmettes & Ricou, 2001).

Notre effort a été tendu vers deux directions. Dans un premier temps, nous avons étudié les

représentations spontanées des enfants de 5-6 ans sur la lumière et la formation des ombres à partir des analyses d'une série d'entretiens ou de dessins réalisés avant qu'ils ne reçoivent l'enseignement à l'école (Ravanis, Charalampopoulou, Boilevin & Bagakis, 2005 ; Ravanis & Boilevin, 2009 ; Delserieys, Impedovo, Fragkiadaki & Kampeza, 2017). Les exemples des figures 1 et 2 permettent de distinguer des dessins compatibles ou non avec les caractéristiques d'un modèle précurseur sur les ombres.

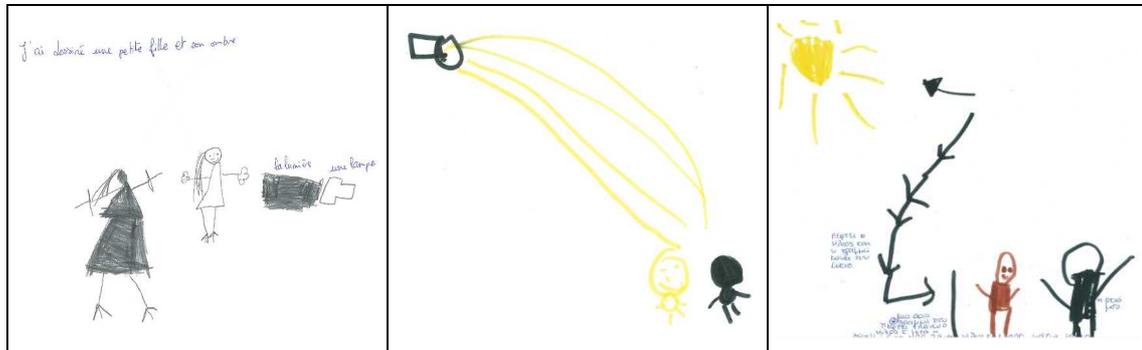


Figure 1 : Représentation de la lumière comme une entité naturelle indépendante.

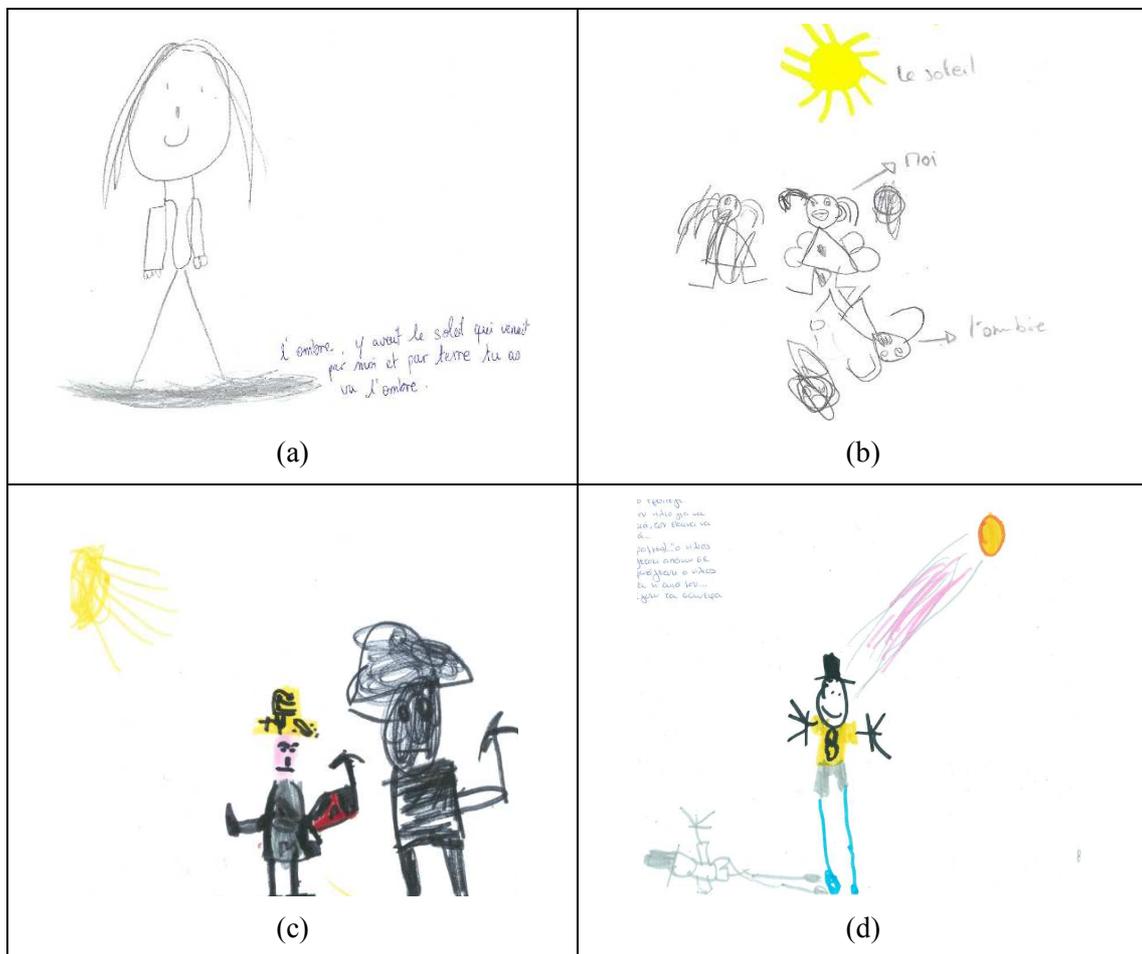


Figure 2 : Représentation de l'ombre : (a) une zone sombre sans une forme spécifique, (b) une forme qui correspond à l'objet-obstacle et inclut des détails inutiles, (c) un dessin « noir » qui inclut aussi des détails inutiles et (d) un dessin « vide ».

Dans un deuxième temps, nous avons organisé en classe des procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves. Ces procédures visaient la construction, par les élèves, d'un modèle explicatif pour la lumière et la formation des ombres compatible avec l'optique géométrique classique. En particulier, il s'agissait d'insister sur la reconnaissance des interactions entre lumière, objet opaque faisant obstacle au passage de la lumière et production d'une ombre.

À la suite de l'analyse systématique des données recueillies dans les premières phases de notre travail, nous avons pu distinguer 4 obstacles principaux dans les raisonnements et les explications des élèves (figure 2) :

- a. difficulté de construction mentale d'une conception de la lumière comme entité autonome du fait d'une centration sur les effets visibles produits et/ou les sources lumineuses ;
- b. difficulté pour expliquer le phénomène de formation des ombres ;
- c. difficulté pour définir la place de l'ombre par rapport à celle de la source lumineuse et de l'obstacle ;
- d. difficulté pour identifier la correspondance entre le nombre de sources lumineuses et celui des ombres.

Pour ces raisons, dans les deuxièmes phases de notre travail, nos interventions en classe ont visé ces 4 objectifs didactiques concrets. Leur atteinte doit conduire à la construction, dans la pensée des enfants, d'un modèle précurseur pour la lumière et les ombres. La caractéristique fondamentale de ce modèle précurseur est de permettre la reconnaissance de la formation des ombres comme résultat de l'empêchement de la propagation de la lumière par un objet opaque (Ntalakoura & Ravanis, 2014 ; Impedovo, Delserieys, Jégou, Kampeza & Ravanis, 2017 ; Delserieys, Jégou, Boilevin & Ravanis, 2018).

Nous présentons ci-après deux extraits de scénarios proposés à des enseignant(e)s afin de réaliser deux séquences de classe concernant la lumière et la formation des ombres avec des élèves de 5-6 ans. Nous précisons, en particulier, les objectifs d'apprentissage et les choix didactiques.

2. Scénario 1 : la lumière

Cette intervention didactique est réalisée sur des postes informatiques à l'aide du logiciel *Scratch*.

Tâche 1

L'objectif est, ici, de familiariser les élèves avec le logiciel.

Les élèves sont répartis en petits groupes devant un ordinateur où ils se retrouvent dans une salle numérique-virtuelle équipée de sources lumineuses, naturelles et artificielles. En outre, des représentations d'objets divers figurent dans cette salle virtuelle. Les enfants, en déplaçant la souris, peuvent allumer ou éteindre chaque lampe et ouvrir ou fermer les fenêtres. Les enfants sont invités par l'enseignante⁴ à verbaliser leurs actions pour s'assurer qu'ils peuvent utiliser le logiciel.

⁴ Nous avons adopté le féminin pour évoquer le professeur en partant de l'hypothèse que la majorité des enseignants en maternelle sont des femmes.

Tâche 2

L'objectif est d'amener les élèves à concevoir la lumière comme une entité autonome en s'appuyant uniquement sur des sources de lumière artificielle.

Les enfants doivent dire s'il y a de la lumière dans la chambre (salle virtuelle), bien qu'il fasse nuit et que toutes les sources lumineuses soient éteintes (figure 3) :

- Si leur réponse est négative, ils sont priés d'allumer virtuellement une source lumineuse et, lorsque son faisceau devient visible, on leur demande où se trouve la lumière dans la chambre (figure 4). Après cela, les enfants sont invités à utiliser les autres sources de lumière et à verbaliser ce qu'ils observent (figure 5).
- Si la réponse est positive, ils sont priés d'indiquer où ils pensent que la lumière existe dans la pièce. S'ils montrent les lampes, l'enseignante insiste sur le mot « lumière » et leur demande si la lampe est allumée. Une fois qu'ils ont confirmé que les lampes sont éteintes, l'enseignante leur suggère de les allumer et leur demande : « Où est la lumière ? ». Si les élèves montrent le faisceau visible qui provient des sources lumineuses, l'enseignante cherche à déstabiliser leur raisonnement. Il s'agit, ici, de mettre les élèves face à leurs contradictions car ils prétendaient auparavant que la lumière était dans les lampes. Cependant, s'ils insistent sur l'idée que la lumière est dans la lampe, cela met alors en évidence que l'obstacle cognitif de la confusion de la lumière avec les sources lumineuses est encore fort.



Figure 3 : De nuit, sources artificielles éteintes.



Figure 4 : De nuit, une source artificielle allumée.

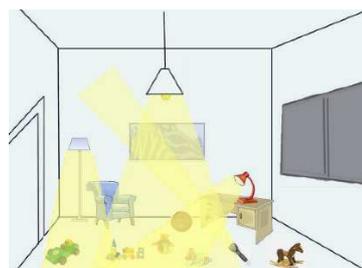


Figure 5 : De nuit, toutes les sources artificielles allumées.



Figure 6 : De jour (soleil), sources artificielles éteintes.

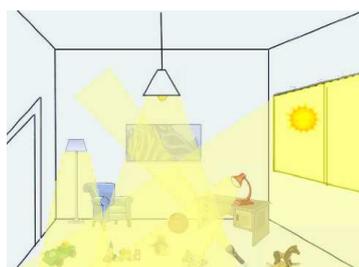


Figure 7 : De jour (soleil), sources artificielles allumées.

Tâche 3

L'objectif est ici d'amener les enfants à comparer les effets des sources de lumière artificielle et lumière naturelle, toujours dans l'environnement virtuel.

Pour cela, on demande aux enfants si — et où — il y a de la lumière dans la pièce (salle

virtuelle) pendant la journée, avec la fenêtre et les volets fermés et toutes les sources de lumière artificielle éteintes. Si, tout en répondant, ils suggèrent l'utilisation des sources lumineuses et n'essaient pas d'ouvrir la fenêtre pour laisser entrer la lumière dans la chambre, ils sont priés de laisser les sources éteintes et d'ouvrir la fenêtre (figure 6). Ils sont alors invités à dire où il y a de la lumière et d'où elle provient. L'enseignante discute cependant leurs réponses pour insister sur la différence entre source artificielle et source naturelle de lumière, et mettre en évidence que la lumière est bien ce qui entre dans la pièce par les fenêtres.

Ensuite, les élèves ouvrent la fenêtre (salle virtuelle) et un faisceau lumineux provenant de la fenêtre apparaît. On leur demande alors s'il y a un moyen pour avoir plus de lumière dans la salle. S'ils répondent négativement, ils sont encouragés à utiliser les autres sources de lumière et à raconter ce qu'ils observent (figure 7). Puis une discussion s'ensuit selon leurs réponses. L'orientation des échanges avec l'enseignante vise la construction de la coexistence des lumières qui proviennent des sources artificielles et naturelles mais aussi « l'addition » des effets au niveau de l'éclairage.

3. Scénario 2 : formation des ombres

Cette intervention didactique vise la compréhension du mécanisme de formation des ombres en s'appuyant sur une série de 3 tâches.

	Tâche 1	Tâche 2	Tâche 3
Tâche des élèves (groupes de 4-5 élèves)	Former une ombre avec le matériel fourni (1 lampe et 1 objet posé verticalement).	Former l'ombre d'un objet à des positions indiquées par l'enseignant. Tâche impossible : former l'ombre de l'objet entre l'objet et la source lumineuse.	Former plusieurs ombres du même objet.
Tâche de l'enseignante	Faire discuter les élèves sur l'objet et le fait qu'il bloque le passage de la lumière.	Demander aux élèves de prédire la position de la source lumineuse. Faire discuter les élèves sur le fait qu'une ombre est formée à l'opposé de la source lumineuse par rapport à l'objet.	Faire discuter les élèves sur la correspondance entre le nombre d'ombres et le nombre de sources lumineuses.

Tableau 1 : Répartition des tâches entre élèves et enseignante.

Tâche 1

L'objectif est d'amener les élèves à identifier les conditions de la formation d'une ombre et, en particulier, d'y associer l'idée d'objet non-transparent qui empêche la propagation de la lumière.

L'enseignante donne aux enfants une lampe de poche et un bâton posé verticalement sur une table horizontale. Elle leur demande de former l'ombre du bâton et d'expliquer la formation de l'ombre. Dans le cas où les enfants n'y arrivent pas, elle forme l'ombre sur la table et attire leur attention sur le bâton qui est fortement éclairé face à la lampe et faiblement de l'autre côté. Puis elle demande : « Est-ce que la lumière peut passer à travers le bâton ? ».

Des études précédentes (Ravanis et *al.*, 2005) ont montré que les enfants ont des difficultés en ce qui concerne le bâton, conçu comme obstacle à la propagation de la lumière. Souvent, la question concernant la lumière et le bâton ne suffit pas et l'enseignante se voit obligée d'intervenir et de questionner les enfants jusqu'à induire la réponse souhaitée.

Après le dialogue avec les enfants, l'enseignante explique, en discutant avec eux, que l'interposition d'un objet non-transparent dans la trajectoire des rayons lumineux empêche le passage de la lumière (figure 8). Le concept d'ombre est ainsi associé à l'empêchement de propagation de la lumière. Cette discussion déstabilise des explications centrées uniquement sur les ombres, les obstacles ou la lumière. Cette approche peut permettre aux enfants de se représenter l'ombre, non pas comme un objet ayant une existence autonome, mais comme un objet dont l'existence dépend de l'absence ou du blocage de la lumière qui provoque sa formation.

Tâche 2

L'objectif est, ensuite, d'amener les élèves à approfondir la compréhension du phénomène de formation d'une ombre en précisant la place de l'ombre par rapport à celle de la source lumineuse et de l'obstacle. L'enseignante attire ici l'attention sur une tâche impossible qui est demandée aux enfants dans l'objectif de déstabiliser leurs représentations.

Pour cela, il leur est demandé de former l'ombre du bâton à des places indiquées par l'enseignante et de préciser la place de l'ombre par rapport à celle de la source lumineuse et de l'obstacle. Après s'être mis d'accord avec les enfants sur le fait que l'ombre se forme de l'autre côté de l'obstacle par rapport à la source lumineuse, il leur est demandé de manipuler la source lumineuse de façon que l'ombre apparaisse du même côté que la source lumineuse (tâche impossible). Les enfants expriment généralement vite que ce problème est en fait sans solution, mais en discutant avec eux, l'enseignante explore ainsi les conditions de réalisation du phénomène.

Tâche 3

L'objectif est d'amener les élèves à identifier la correspondance entre le nombre de sources lumineuses et le nombre d'ombres.

L'enseignante met à la disposition des élèves plusieurs lampes de poche sur une table. Elle leur demande de travailler afin de former deux, puis trois ombres d'un bâton vertical (figure 9). Pour réussir la tâche, certains enfants utilisent directement deux ou trois lampes. Mais la majorité utilise sans succès une seule lampe. Après leurs expériences, l'enseignante leur demande de prévoir le nombre d'ombres qu'on pourrait voir si on allumait deux lampes. Ensuite, elle leur propose de les allumer et de les éteindre successivement tout en prévoyant les résultats de ces opérations. Cependant, les enfants ont besoin d'un guidage constant, car souvent, même quand les ombres sont visibles, ceux-ci ne les remarquent pas. Quand les enfants n'utilisent qu'une ou deux lampes, l'enseignante met en valeur une proposition éventuelle des élèves allant dans le sens de l'utilisation de plusieurs lampes. Sinon, elle se sert d'autres lampes en prenant elle-même l'initiative. Une fois qu'ils obtiennent le résultat souhaité, on éteint successivement les lampes et on les rallume de façon à amener les enfants à comprendre la correspondance entre le nombre de lampes et le nombre d'ombres.



Figure 8 : Intervention didactique : la formation d'une ombre.



Figure 9 : Intervention didactique : la formation de plusieurs ombres.

4. Discussion

Dans ces recherches qualitatives et quantitatives déjà évoquées (Delsérieys et *al.*, 2018 ; Impedovo et *al.*, 2017 ; Ntalakoura & Ravanis, 2014 ; Ravanis et *al.*, 2005), nous avons constaté le développement et la réorganisation des représentations des jeunes enfants. La compréhension de la lumière comme entité autonome et la compréhension du phénomène de la formation de l'ombre dépendraient de deux facteurs. Il s'agirait d'un effort de déstabilisation et de réorganisation didactique susceptible de permettre à l'enfant d'effectuer de nouvelles modélisations, et d'inférer des explications pertinentes. En effet, la stabilité des progrès des élèves, testée plusieurs mois après, montre l'assimilation effective du nouveau modèle précurseur. Celui-ci permet aux enfants de reconnaître le blocage du passage de la lumière-entité par un objet opaque comme la cause de la formation d'une ombre.

Conclusion

Au-delà du cas de ces entités optiques, l'importance des représentations spontanées est pesante et forte pendant le déploiement des activités pour la construction de notions et d'étude de phénomènes du monde physique et naturel à l'école. Les stratégies choisies par les enseignants pour aider les élèves à dépasser les obstacles et transformer leurs représentations non compatibles avec les modèles scientifiques sont donc essentielles. Ainsi, l'utilisation de contre-exemples, la valorisation d'arrangements expérimentaux pertinents et l'implication des enfants dans les activités en classe paraissent indispensables afin de construire des modèles précurseurs stables.

Ce point de vue conduit, finalement, à l'idée qu'il est plus utile de concevoir des activités appropriées pour préparer les enfants à comprendre la science à un stade ultérieur (par exemple en s'appuyant sur des modèles précurseurs) plutôt que de proposer des activités visant seulement à présenter le contenu scientifique de manière simplifiée ou à visée ludique uniquement.

Références bibliographiques

Calmettes, B. & Ricou, M.-C. (2001). Mon ombre, qui es-tu ? *Grand N*, 68, 77-90.

Chanoine, C. (2018). *Pour une approche curriculaire de l'éducation scientifique à l'école maternelle : une entrée par les objets*. Thèse de l'Université de Picardie Jules Verne,

Amiens.

- Delserieys, A., Jégou, C., Boilevin, J.-M. & Ravanis, K. (2018). Precursor model and preschool science learning about shadows formation. *Research in Science and Technological Education*, 36(2), 147-164.
- Delserieys, A., Impedovo, M.-A., Fragkiadaki, G. & Kampeza, M. (2017). Using drawings to explore preschool children's ideas about shadow formation. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 11(1), 55-69.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (Eds.). (1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science research into children's ideas*. London & New York: Routledge.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Impedovo, M. A., Delserieys, A., Jégou, C., Kampeza, M. & Ravanis, K. (2017). Didattica della fisica nella scuola dell'infanzia: la comprensione della formazione delle ombre con il modello precursore. *Ricercazione*, 9(1), 15-27.
- Ledrapier, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : quels rapports avec les sciences ? *Recherche en didactique des sciences et des technologies*, 2, 79-102.
- Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette.
- Ntalakoura, V. & Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: a scratch-based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.
- Ravanis, K. (2010). Représentations, modèles précurseurs, objectifs-obstacles et médiation-tutelle : concepts clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 2(5), 1-11.
- Ravanis, K. & Boilevin, J.-M. (2009). A comparative approach to the representation of light for five-, eight and ten-year-old children: didactical perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 8(3), 182-190.
- Ravanis, K., Charalampopoulou, C., Boilevin, J.-M. & Bagakis, G. (2005). La construction de la formation des ombres chez la pensée des enfants de 5-6 ans : procédures didactiques sociocognitives. *Spirale*, 36, 87-98.
- MEN (2015). *Bulletin officiel spécial n°2 du 26 Mars 2015 : Programme d'enseignement de l'école maternelle*.

Annexe

Modèles précurseurs de la lumière et de la formation des ombres

